MusicBox EQ Ⅱ 通称・オルゴール赤道儀 取扱説明書

オルゴール赤道儀 MusicBox EQ Ⅱは、正確なゼンマイ駆動と大型のウオームギヤを採用、50㎜以下のレンズなら本格的な赤道儀に遜色ない星空撮影ができるポータブル赤道儀です。

● MusicBox EQ Ⅱ本体以外に用意する物

①写真用三脚

ブレを防ぐためには大きくて丈夫な三脚が好ましいですが、MusicBox EQ Ⅱの携行性を活かすにはブレに注意して使用することを前提に、小型の卓上三脚も便利です。

②極軸の上に取り付ける雲台

自由雲台が構図が決めやすくて便利です。3 軸のシネ雲台も使えます。大きな高級品が使い心地も良くブレも少ないですが、携行性を活かすために、小型の自由雲台を取り付けたままにすることもお勧めできます。

本機のように極軸の上に雲台を付けるポータブル赤道儀は、真南の地平線方向や天頂から北の方向に死角ができます。レベラーを併用したり雲台を二段重ねにすれば死角はなくなります。

● MusicBox EQ Ⅱの極軸設置

右ページ下の図のようにカメラを取り付けてから、MusicBox EQ Ⅱの極軸を天の極に向けて地球の自転軸と並行にする作業が極軸設置です。極望代わりの素通し穴の視界中央に北極星を導入します。穴に眼を近づけてのぞき北極星を見つけてから、右側の人物のように穴から離れてのぞくと精度の良い極軸設置ができます。空側の穴の内側にはドーナツ状の夜光テープが貼ってあり、穴の確認がしやすくなっています。50mm 以下のレンズなら、視界の 3 ～ 4°の範囲に北極星を入れれば極軸設置の精度は充分です。

●傾斜計で緯度に合わせる

本体東側にある北・南半球兼用の下げ振り傾斜計のネジを緩めて円盤をぶら下げ、撮影地の緯度に目盛を合せます。実質 2°程度の誤差で設置することができます。

傾斜計は通し穴で北極星を導入する前の目安として使ったり、北極星の見えない場所や南半球の場合は、方位磁石（別途に入手してください）を併用して極軸設置ができます。

レベラーなどと言われる傾き調整のアクセサリーを自由雲台の下に付けると構図を決めやすくなり、死角を減らすことができます。

三脚の他に極軸の上に付ける自由雲台をご用意ください。写真のように水平回転が独立していて、カメラの取付がクイック式の製品がお勧めです（スリック製 SBH-300 DQ）。

オルゴール・メカと減速ギヤ

極軸

極軸（上に雲台装着）

こちら側に高度計

極望代わりの素通し穴

※極軸設置のために視界に十字線などを入れた小さな望遠鏡を“極望”といいます。本機は穴だけの“素通し極望”です。

ゼンマイ巻き上げノブ

直径160㎜相当の部分ウオームホイール

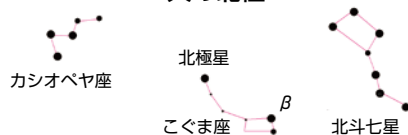
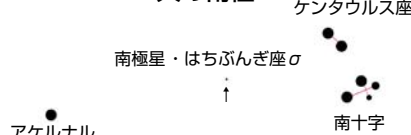
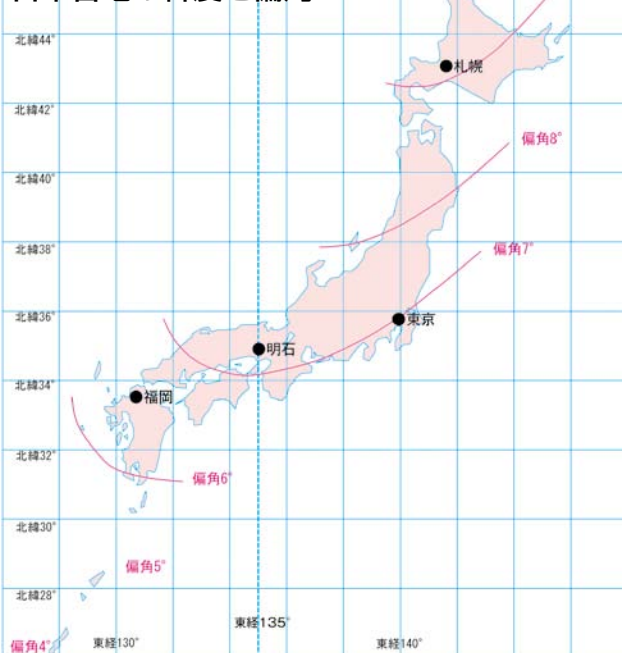
三脚の雲台取付ネジ穴

南半球では下側に雲台を付け全体を逆様にする

■主要諸元：重量 600g　寸法 72 × 90 × 143mm　288 歯／直径 160mm 相当の部分ウオームホイール　サンキョー製 7 分駆動赤道儀用特製オルゴール（音楽はキラキラ星）実用最大駆動時間 6 分　本体を逆様にすることにより南半球に対応　ゼンマイノブ巻き上げ 4 回転　50mm レンズを 4 ～ 5 分露出可能　極軸設置は傾斜計と視界約 5 度の素通し式極望（オプションの正立極望あり）

傾斜計は北極星の見えない場所や南半球での極軸設置に使用します。

●方位磁石を併用する
偏角（その土地の磁北の狂い）を設定できる四角い透明板の付いたマップコンパスが便利です。下の写真のように側面に当てて使用します。
MusicBox EQ Ⅱやカメラの鉄部、電池などの影響で針が少し動くため、本体から離して針の動く量を確認してください。方位磁石は目盛が粗いこともあり、あくまでも目安としてください。

下の天の極の図は北半球が東京、南半球がシドニーで見える夏頃の星座図です。北半球は素通し極望の視界に北極星を導入すれば MusicBox EQ Ⅱの撮影に支障のない極軸設置ができます。南半球は南極星が暗くて見にくいので、方位磁石を併用し、星図などで周辺の星座を確認しながら素通し極望をのぞいて設置します。南半球では本物の極望を使用する方が確実でしょう。

北半球は天の北極の近くに北極星があるため極軸設置は簡単です。実際の天の北極は北極星から こぐま座β（ベータ）星の方向に 40′ ほどの位置にあります。極軸設置の際は、その方向へずらしても良いでしょう。

南半球は天の南極の近くに はちぶんぎ座σ（シグマ）星があり南極星とも呼ばれますが、5.7 等星なので肉眼でやっと見える明るさです。実際の天の南極は、上の図では右斜め下に 1°ほどの位置にあります。

方位磁石はマップコンパスが便利です。測量器店などで別途ご購入ください。
偏角 7°なら、目盛を見て本体を左（西）に 7°回して読み取ります。右の地図を参考に偏角を設定してください。
MusicBox EQ Ⅱ内部の鉄部やカメラなどの鉄や電池などの影響で針が少し動くため、方位磁石を 20 〜 30cm 離して針の位置を確かめ、MusicBox EQ Ⅱの横にあてがったときに、針がどの程度動くか確認します。

スマホのアプリの方位磁石は偏角が自動補正ですが、精度は通常の 方位磁石よりも 4 〜 5° 悪いので注意してください。
なお、日本は偏角が少ないですが、海外には偏角の非常に大きい地域もあります。

●星空撮影に適したカメラ
星空を撮影するには、デジタル一眼レフカメラが性能が高くもっとも適しています。撮像素子の大きめなミラーレス一眼も適しています。できるだけ最新型のカメラを使ってください。
レンズはＦの明るいシャープなものを使用してください。
コンパクトデジタルカメラは本質的に星空のような暗い被写体は苦手で、長時間露出の設定ができないカメラも多いですが、最近は星空も綺麗に写せる高性能タイプも出現しています。

バリアングル液晶のデジタル一眼レフは星空撮影に適します。（写真は EOS Kiss）

● ISO 感度の設定
デジタルカメラの本質的な感度は ISO125 程度です。それをカメラ内部で画像処理して高感度に見せています。したがって、ISO 感度を上げるほど画面がノイズで汚くなります。
ISO 感度は ISO400 〜 ISO1600 に留めるとノイズの少ない美しい写真が得られます。

●レンズの絞り
開放（一番小さい F）ではレンズの収差が多い場合は 1 段絞ると星がシャープになります。露出時間を鑑みて絞りを設定することになります。

●露出時間
星空の環境に左右されるので一概には決められません。
条件の良い暗い空の場合は、
ーーーーーーーーーーーーーーー
ISO400 ／絞り F2.8 ／露出 5 分
ISO800 ／絞り F4 ／露出 5 分
ISO1600 ／絞り F4 露出 2~3 分
ーーーーーーーーーーーーーーー
くらいが目安となります。
光害の多い市街地では露出時間を上記より短くしないと、画面が真っ白になってしまいます。

右の作例は MusicBox EQ Ⅱで撮影したオリオン座。
50mm F2.8 ISO400　露出 3 分。
輝星 を大きく 写すため ぼかしフィルター使用。

●カメラのセットとピント合わせ
シャッター速度はシャッターボタン（リモートレリーズ）を押している間はシャッターが開くＢ（バルブ）か、またはカメラに機能があれば長時間露出にセットします。
カメラのピントは∞（無限）マークにしますが、オートフォーカスのレンズは∞マークの位置が不確かなことが多く、星ではオートフォーカスはほとんど働かないので、背面液晶のライブビューで明るい星を拡大してマニュアルでピント合わせをしてください。シャッターを切る際にオートフォーカスが作動してピントがずれる場合は、作動しないように設定してください。
これで準備は完了です。カメラを星空に向けて雲台のクランプをしっかり固定します。

●ゼンマイを巻き上げる

西側面のゼンマイ・ノブを巻き上げるとオルゴールが「キラキラ星」を奏で極軸が１日１回転の速度でゆっくり回り始めて撮影準備 OK です。極軸の回転は非常に遅いため回っていないようにも見えます。７分間ほど動いて停止します。

再びゼンマイを巻き上げると、極軸も一緒に反転して元の位置に復帰し、内部ギヤの噛み合いも元の位置に復帰します。

このため MusicBox EQ Ⅱの追尾精度は毎回同じコンディションになることが隠れた利点です。バラツキの少ない安定した撮影ができます。

●撮影の手順と露出時間

カメラを夜空に向けてゼンマイを巻き上げたら、すぐにシャッターを切らずに１分程度待ってからシャッターを切ってください。その間にゼンマイやギヤがなじんで快調な追尾を始めます。キラキラ星を２回演奏すると、ちょうど１分くらいなので目安にしてください。

露出時間は前ページ左下の小さな表を目安にしてください。ゼンマイを１回巻き上げると１カットないし２カット撮影することができます。

ISO 感度はあまり高くせずに、１カットでもノイズの少ない美しい写真を得ることが基本です。同じカットを複数撮影した場合は、パソコンの画像処理でコンポジット（加算平均合成）すると、合成カット数の平方根分だけノイズの少ない写真を作ることができ、美しい写真が得られます。この手法をもっと進めて、ISO 感度を高くして露出の短いカットをたくさん撮影し、多数のカットをコンポジットする手法も流行し始めています。こうすることによって MusicBox EQ Ⅱでも望遠レンズを使用することができます。

ゼンマイ・ノブは右に４回転ほどで巻き上げが完了します。駆動時間は７分近いですが、巻き上げ直後は回転が速く、停止直前は回転が遅くなるため、実質の駆動時間は５～６分になります。

左の作例は MusicBox EQ Ⅱで撮影したニュージーランドのいて座の天の川。
EOS Kiss X4
15mm F2.8 フルサイズ 35mm 判用魚眼レンズ ISO 800 露出３分。星空を撮影後にストロボを発光。

音楽は露出の目安になって便利ですが、弁にガムテープを貼ったり、２本のネジで外して消音もできます。
※自己責任でお願いします。

●南半球での撮影

MusicBox EQ Ⅱの極軸は内部で下まで伸びていてゴムキャップをしてあります。極軸上の黒い円盤を２本のネジを外して下側に取り付け、本体を逆様にすると逆回転の南半球用になります。

本体を逆様にして極軸の上の黒い円盤を下側に装着する。

●メンテナンス、故障と思う前に

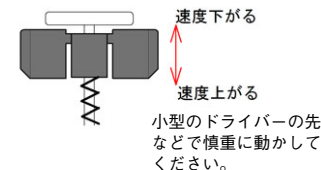
ギヤのクリアランス：取り付けたカメラを持って強く動かすと少しカタカタするのはガタや不良品ではなく、精密な回転のためギヤを緩めに組立調整してあるからです。ゼンマイ巻き上げ後の１分間でなじんで解消されます。

撮影失敗の原因：失敗のほとんどは、雲台や三脚のブレ、緩み、たわみ、などです。雲台のクランプなどはしっかり締め付けてください。

重量のあるドイツ型赤道儀では重さで三脚などが「歪みきって」安定しますが、軽量のポータブル赤道儀は三脚や雲台のたわみなどに注意して、とにかくソーッと使うことがコツです。

速度の調整：MusicBox EQ Ⅱは、ゼンマイ・ノブが、ちょうど 90 秒で１回転戻ると星空の日周運動を正確に追尾する速度になります。出荷時に 50mm レンズを４～５分間追尾できる精度の、１回転で 90 秒± ３秒以内の誤差に調整してありますが、時々チェックしてください。

オルゴールケースの左右を強く押してカバーをを開けると、回転羽根のガバナー（遠心／摺動式の調速機）があります。ガバナーを外側に移動させると遅く、内側に移動させると速くなります。微妙な調整なので、時計の秒針を見ながら慎重に行なってください。

MusicBox EQ Ⅱは余裕を見て 50mm 以下のレンズを推奨していますが、速度調整を正確に行なえば、100mm 以上の望遠レンズの２～３分露出は可能です。広角や超広角レンズの場合は、速度調整は綿密に行なう必要はありません。

小型のドライバーの先などで慎重に動かしてください。

MusicBox EQ Ⅱ Q&A

①本当に実用になる赤道儀なのですか？

MusicBox EQ Ⅱはジョーク商品や初心者向けの簡単な玩具赤道儀と思われてしまうことが多いようです。しかし完全な実用機材です。星空撮影の原理をよく理解されているベテランの人ほど愛用されています。

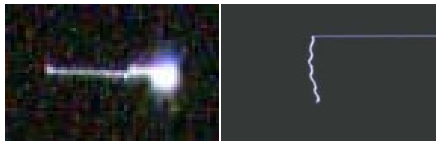
『月刊星ナビ』を発行するアストロアーツの天体写真投稿ページをご覧ください。「アストロアーツ／投稿／オルゴール赤道儀」で検索すると、多くの写真が表示されます。望遠レンズを付けてアイソン彗星を長期間追跡した人や 300mm 望遠レンズを常用している人までいます。

星空の追尾（ガイド）撮影は１コマの露出が 20 分から１時間もかかったフィルム時代はとても難しいものでした。高級な電動赤道儀にカメラを載せ、正確な極軸設置を行ない、追尾エラーを監視するガイド鏡も必須でした。

しかし、デジタルカメラは非常に高感度で露出時間が２～４分とフィルムの 1/10 になったため、いろいろな精度が 1/10 で済むようになりました。撮影直後に画像を確認できるのも大きな利点です。デジカメの登場は、追尾撮影の経験や難しさを完全に覆す「大革新」をもたらしました。

追尾撮影（ガイド撮影ともいわれます）のポイ

ントは２つ、極軸設置精度と追尾精度です。
露出時間を４分間と仮定すると、極軸設置精度はフィルム時代の1/10の精度で満たすので、極軸設置の許容誤差は下記のようになります。
・25mmレンズ→±4°
・50mmレンズ→±2°
・100mmレンズ→±1°
このため少し慣れれば、素通し極望でも充分な極軸設置ができます。
MusicBox EQ Ⅱは特製のオルゴールが動力です。これは斬新でも奇をてらった仕組みでもありません。数十年前まで研究者用の大きな赤道儀は、重錘式（じゅうすいしき）と呼ばれるオモリを巻き上げガバナーで安定回転させる動力を使っていました（つまり大きなオルゴールか時計と同様な仕組み）。オルゴール赤道儀は重錘式をまねて作られたものです。
オルゴールの速度は巻き上げ直後の20秒間程度はやや速く、停止直前は遅くなりますが、それ以外は時計並みに正確に定速回転します。正確でないと音階が狂ってしまいます。欠点は速度設定を完璧にはできないことで、それが公称値としての「50mmレンズを５分露出程度可能」の根拠となっています。

②ギヤの精度はどの程度ですか？
追尾は動力の回転精度よりもギヤの精度の方が重要なので、本機の部分ウオームホイール＆ギヤは直径160mm／288歯相当の、大げさに言えば100万円以上する大型赤道儀と同じくらい大きく精密なものを使用しています。
良くできた個体は大型赤道儀並にピリオディックモーション（追尾の周期的な進み遅れ）が小さいですが個体差はあるようです。そこで、ドライベアリングに合わせて回転軸を特注し、インボリュート・ギヤを採用するなど、個体差の出ないように設計・製作をしています。
下左の写真はオリオン座の三ツ星の１つを600mm望遠レンズで撮影した部分強拡大です。ゼンマイ巻き上げ直後から露出を開始して停止する前に終了したので、本来は１分間待つギヤが馴染んでいない状態が写って星の左側が線状に流れています。この写真から、ゼンマイ巻き上げ後１分間待てば600mm望遠レンズでもなんとか追尾する精度のあることがわかります。
右の写真はギヤのピリオディック（P）モーションを見るために、極軸を西側にずらして星を赤緯方向に流し、グラフ状の軌跡になるようにして写しました。600mm望遠レンズを使ってオリオン座中央の５等星を撮影しています。

ゼンマイ巻き上げ後１分間待ってから露出を開始し６分経過してオルゴールが停止しても露出を続けました。直線に写っているのは停止後に固定撮影になった部分です。
288歯のウオームホイール１周期５分のＰモーションはほとんど認められず、オルゴールが停止する直前に速度がやや遅くなったことが上部の右に少し曲がった軌跡でわかります。１回1.5分４周期の小さなモーションはギヤのオルゴール連結部の偏芯によるもの。この偏芯は個体差がありテスト機は大きい方ですが、モーションはわずか±11″程度なので200mm望遠レンズを追尾ができる精度があります。このようにMusicBox EQ Ⅱのギヤの精度は驚異的なのです。

③何ミリのレンズを追尾できますか？
公称値は50mmレンズを４～５分露出以下としています。これはゼンマイの回転精度、極軸の設置精度、全体の強度、シャッターブレ、風の影響などを総合的に加味した控えめな値です。
前述のようにギヤの精度は良いので、オルゴールの速度を正確に調整して、ソーッとていねいに使えば100mm望遠レンズでも追尾します。天頂より北側の撮影はもっと望遠でも使えることがありますが、推奨できるのは50mmを４分露出以下としています。

④露出時間は最長で何分できますか？
サンキョー製の通常の18弁オルゴールは３分間駆動です。MusicBox EQ Ⅱのオルゴールは赤道儀用の特注品で、約２倍の７分近い駆動ができます。最初と最後は回転が不正確なため、およそ６分間が信頼できる駆動時間です。ゼンマイが戻り始めてから１分間待って撮影するので、５分間ちょっとが 実用上の最長露出時間です。

⑤極軸設置は素通し穴で大丈夫ですか？
本稿①の説明のように、50mmレンズを４分間追尾するために必要な極軸設置精度は±２°以内です。MusicBox EQ Ⅱの極望代わりの素通し穴の視界は５°なので、視界中央３°以内に北極星を入れれば問題ありません。
２ページ目の写真のように眼を穴から20cmほど離してのぞくと視界は１°くらいになり、さらに精度の高い極軸設置ができます。上側の穴と下側の穴が同心円に見える位置に正しく眼を置き、頭を動かさないように注意して慎重に北極星を

導入してください。
フィルム時代のトラウマでしょうか？ 追尾失敗の原因を「極軸設置の不良」と決めつける人が多いように思います。しかし、原因のほとんどはギヤの精度不足やガタです。それでなければ三脚や雲台のブレ、シャッターショックや風によるブレ、雲台などが撮影中にゆっくりと傾いてしまうことが失敗の主な原因です。

⑥方位磁石の推奨品はありますか？
方位磁石の針の指す北は、東京の場合で７°西にずれ（偏角といいます）ています。その他の地域の偏角は地図やネットで調べてください。
方位磁石はこの偏角を補正するために目盛が回転でき、MusicBox EQ Ⅱの側面に当てやすい四角い台座付きの「マップコンパス」を使ってください。海外の高級品で数千円。国産で二千円程度です。もっと大型の方位磁石があると信頼性が増すのですが…。

⑦オルゴールの速度は正確ですか？
ゼンマイをいっぱいに巻き上げた直後の20秒ほどと、停止直前以外はオルゴールは時計のように正確に定速回転します。ゼンマイのパワーもかなり余裕があるので、カメラが重かったりアンバランスでもグイグイ動きます。
オルゴールはステッピングモーターのように完璧な速度設定はできませんが、露出中に許容範囲内の速度誤差に収まれば良いので、それほど精密な速度設定は必要ありません。たとえば50mmレンズの固定撮影では８～10秒露出くらいまでは星は点像に写るので、露出時間中の速度誤差が±８～10秒以内なら大丈夫です。

⑧オルゴール赤道儀の欠点は？
撮影のたびにゼンマイを巻かなくてはならないのは大きな欠点です。つきっきりで撮影する必要があるので、流星の出現を待って一晩中撮影し続けるような用途には適していません。
また、ゼンマイを巻き上げるとカメラの向きが元に戻るので、日周運動で西に動いて行く星空が構図からだんだんずれて行きます。多数のカットを撮影してコンポジットする場合には不便です。日周運動でずれた構図を元に戻しやすくするためには、１ページめに紹介した水平回転が独立した自由雲台が便利です。

⑨アクセサリーは用意されていますか？
まだ試作品で発売していませんが、MusicBox EQ Ⅱだけでなく、様々なポータブル赤道儀に装着できる安価なアクセサリーが近々登場します。今のところ以下の３機種を予定しています。

■正立極望
極軸と雲台の間にステーを挟むことによって、あらゆるポータブル赤道儀に装着可能な正立像の極望です。

■ちょいフォーク
あらゆるポータブル赤道儀に装着可能な、小型のフォークアームです。頑丈に固定できます。バリアングル液晶のカメラと組み合せると便利です。

■シーソー式微動
ポータブル赤道儀を載せて極軸の正確な設置をするため、上下左右の微動ができる丈夫なシーソー式台座です。

MusicBox EQ Ⅱ保 証 書

輝星KISEI

本製品のお買い上げ後１年間の自然故障は無料修理をお約束します。
改造や不等な修理、落下、火災、地震などによる故障は保証期間内でも有料修理となります。
お客様と販売店様の著名やお買い上げ年月日の記載のない場合は無効となりますのでご注意ください。

お客様のお名前 ＿＿＿＿＿＿＿＿

ご住所　〒□□□－□□□□

電話番号　（　　）＿＿＿＿

販売店様のお名前 ＿＿＿＿＿＿＿＿

ご住所　〒□□□－□□□□

電話番号　（　　）

お買い上げ日　年　月　日

MusicBox EQ Ⅱ製造元　株式会社 輝星